

УДК 621.311

**Материалы для солнечных батарей**

Иванова Д.С.

Научный руководитель – д.ф.-м. наук ДОБРЕГО К. В.

Человечество стремится перейти на альтернативные источники электрического снабжения, которые помогут сохранить чистоту окружающей среды и сократить затраты на выработку энергии. Производство солнечной батареи является современным промышленным методом. Система электроснабжения включает в себя приемники солнечного света, аккумуляторы, контролирующие устройства, инверторы и другие приборы, предназначенные для определенных функций.

Солнечная батарея является главным элементом, с которого начинается накопление и преобразование энергии лучей. В современном мире для потребителя при выборе панели существует много подводных камней, так как промышленность предлагает большое число изделий, объединенных под одним названием.

Кремниевые солнечные батареи. Эти изделия популярны у современных потребителей. В основу их изготовления положен кремний. Запасы его в недрах широко распространены, добыча сравнительно недорогая. Кремниевые элементы выгодно отличаются уровнем производительности от других батарей солнечного света.

Производство солнечных батарей из кремния ведется следующих типов: монокристаллический, поликристаллический, аморфный.

Различаются вышеназванные формы устройств тем, как компонуются кремниевые атомы в кристалле. Основным отличием элементов становится различный показатель коэффициента полезного действия преобразования световой энергии, который у двух первых видов находится приблизительно на одном уровне и превышает значения у приборов из аморфного кремния.

Промышленность сегодняшнего дня предлагает несколько моделей солнечных ловителей света. Отличие их состоит в том, какое применяется оборудование для производства солнечных батарей. Играет роль технология изготовления и разновидность начального материала.

Монокристаллический тип. Эти элементы состоят из силиконовых ячеек, скрепленных между собой. По способу ученого Чохральского производится абсолютно чистый кремний, из которого изготавливают монокристаллы. Следующим процессом является разрезание застывшего и затвердевшего полуфабриката на пластины толщиной от 250 до 300 мкм. Тонкие слои насыщают металлической сеткой электродов. Несмотря на дороговизну производства, такие элементы применяют достаточно широко из-за высокого показателя преобразования (17-22%).

Изготовление поликристаллических элементов. Технология производства солнечных батарей из поликристаллов состоит в том, что расплавленная кремниевая масса постепенно охлаждается. Производство не требует дорогого оборудования, следовательно, затраты на получение кремния снижены. Поликристаллические солнечные накопители имеют меньший коэффициент эффективности (11-18%), в отличие от монокристаллических. Это объясняется тем, что в процессе остывания масса кремния насыщается мельчайшими зернистыми пузырьками, что приводит к дополнительному преломлению лучей.

Элементы из аморфного кремния. Изделия относят к особому типу, так как их принадлежность к кремниевому виду исходит от наименования используемого материала, а производство солнечных батарей выполняется по технологии пленочных приборов. Кристалл в процессе изготовления уступает место кремниевому водороду или силону, тонкий слой которых покрывает подложку. Батареи имеют самое низкое значение эффективности, всего до 6%. Элементы, несмотря на существенный недостаток, имеют ряд неоспоримых преимуществ, дающих им право стоять в ряду с вышеназванными типами:

- значение поглощения оптики выше в два десятка раз, чем у монокристаллических и поликристаллических накопителей;
- имеет минимальную толщину слоя, всего 1 мкм;
- пасмурная погода не влияет на работу по преобразованию света, в отличие от других видов;
- из-за высокого показателя прочности на изгиб без проблем применяется в трудных местах.

Три вышеописанных вида солнечных преобразователей дополняются гибридными изделиями из материалов с двойственными свойствами. Такие характеристики достигаются, если в аморфный кремний включаются микроэлементы или наночастицы. Полученный материал схож с поликристаллическим кремнием, но выгодно отличается от него новыми техническими показателями.

Сырье для производства солнечных батарей пленочного типа из CdTe. Выбор материала диктуется потребностью в уменьшении стоимости изготовления и повышении технических характеристик в работе. Наиболее часто применяется светопоглощающий теллурид кадмия.

В 70-е годы прошлого столетия CdTe считался основным претендентом на космическое использование, в современной промышленности он нашел широкое применение в энергетике солнечного света. Этот материал относят к категории кумулятивных ядов, поэтому не стихают прения по вопросу его вредности. Исследования ученых установили тот факт, что уровень вредного вещества, поступающего в атмосферу, является допустимым и не наносит вреда экологии. Уровень КПД составляет всего 11%, но стоимость преобразуемой электроэнергии от таких элементов ниже на 20-30%, чем от приборов кремниевого вида.

Накопители лучей из селена, меди и индия. Полупроводниками в приборе служат медь, селен и индий, иногда допускается замещение последнего на галлий. Это объясняется высокой востребованностью индия для производства мониторов плоского типа. Поэтому выбран этот вариант замещения, так как материалы имеют похожие свойства. Но для показателя КПД замена играет существенную роль, производство солнечной батареи без галлия повышает эффективность работы устройства на 14%.

Солнечные ловители на полимерной основе. Эти элементы относят к молодым технологиям, так как они недавно появились на рынке. Полупроводники из органики поглощают свет для преобразования его в электрическую энергию. Для производства применяют фуллерены углеродной группы, полифенилен, меди фталоцианин и др. В результате получают тонкие (100 нм) и гибкие пленки, которые в работе выдают коэффициент эффективности 5-7%.

Величина небольшая, но производство гибких солнечных батарей имеет несколько положительных моментов:

- для изготовления не затрачиваются большие средства;
- возможность установки гибких батарей в местах изгибов, где эластичность имеет первоочередное значение;
- сравнительная легкость и доступность установки;
- гибкие батареи не оказывают вредного воздействия на окружающую среду.

Химическое травление в процессе производства. Самой дорогой в солнечной батарее является мульткристаллическая или монокристаллическая пластина из кремния. Для максимально рационального использования кремния режут псевдоквадратные фигуры, эта же форма позволяет плотно уложить пластины в будущем модуле. После процесса резки на поверхности остаются микроскопические слои нарушенной поверхности, которые убираются при помощи травления и текстурирования, чтобы улучшить прием падающих лучей. Обработанная подобным способом поверхность представляет собой хаотично расположенные микропирамиды, отражаясь от грани которых, свет попадает на боковые поверхности других выступов. Процедура рыхления текстуры понижает отражающую способность материала приблизительно на 25%. В процессе травления применяют серию кислотных и щелочных

обработок, но недопустимо сильно уменьшать толщину слоя, так как пластина не выдерживает следующие обработки.

Полупроводники в солнечных батареях. Технология производства солнечных батарей предполагает, что основным понятием твердой электроники является р-n-переход. Если в одной пластине совместить электронную проводимость n-типа и дырочную проводимость р-типа, то в месте соприкосновения их возникает р-n-переход. Основным физическим свойством указанного определения становится возможность служить барьером и пропускать электричество в одном направлении. Именно такой эффект позволяет наладить полноценную работу солнечных элементов.

В результате проведения фосфорной диффузии на торцах пластины складывается слой n-типа, который базируется у поверхности элемента на глубине всего 0,5 мкм. Производство солнечной батареи предусматривает неглубокое проникновение носителей противоположных знаков, которые возникают под действием света. Их путь в зону влияния р-n-перехода должен быть коротким, иначе они могут при встрече погасить один другого, при этом не сгенерировав никакого количества электричества.

При желании обеспечить работу промышленного здания или жилого помещения за счет энергии солнца необходимо предварительно разобраться в отличиях оборудования, ведь для различных климатических зон используются разные типы солнечных панелей.

#### Литература

1. Харченко Н.В. «Индивидуальные солнечные установки» / Москва: Энергоатомиздат, 1991 г. — 208 с.;
2. Глиberman А.Я, Зайцева А.К. «Кремниевые солнечные батареи» / Москва-Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1961 г.
3. Н.Герасименко, Ю. Пархоменко. «Кремний – материал наноэлектронники» / Москва: Техносфера, 2007. - 351 с.